

FS-0736 Tópicos de física teórica: Física de partículas

Carta al estudiante

(actualizada: 9 de agosto, 2018)

Horas:	Lunes de 15:00 a 17:50, aula FM-412
Créditos:	3
Requisitos:	FS-0527
Modalidad:	propio
Ciclo:	II-2018
Profesor:	Alejandro Jenkins, alejandro.jenkins@gmail.com , of. FM-109A Manuel Ortega, manuel.ortega@ucr.ac.cr , of. FM-108 Hugo Solís, hugo.solis@ucr.ac.cr , of. FM-108

Objetivos

El objetivo de este curso es introducir al estudiante a las ideas fundamentales de la moderna física de partículas, conocida también como física de altas energías. Se espera que al terminar el curso el estudiante haya adquirido una idea general del tipo de fenómenos que estudia la física de partículas, de las principales herramientas conceptuales y experimentales de las que dispone, de su desarrollo histórico, de sus avances más recientes y de las grandes preguntas que siguen abiertas en este tema. No se trata de un curso formal en teoría cuántica del campo, pero para su buena comprensión son necesarias bases sólidas en la mecánica clásica analítica y en métodos matemáticos (especialmente ecuaciones diferenciales, análisis vectorial y teoría de grupos), así como familiaridad con los conceptos básicos del electromagnetismo y de la mecánica cuántica.

Contenidos

1. Conceptos generales
 - a. Ámbitos de la mecánica teórica
 - b. Concepto clásico y cuántico de partícula
 - c. Sistemas de unidades
 - d. Métodos experimentales
2. Introducción histórica
 - a. Partículas clásicas
 - b. Fotones, mesones, antimateria y neutrinos
 - c. Quarks, bosones vectoriales y el modelo estándar
 - d. Bosones y fermiones
3. Fundamentos dinámicos
 - a. Fuerzas fundamentales
 - b. Desintegraciones y leyes de conservación
 - c. Esquemas de unificación
4. Cinemática relativista
 - a. Transformaciones de Lorentz
 - b. Cuadrivectores
 - c. Energía y momento
 - d. Colisiones
5. Simetrías
 - a. Concepto de grupo y representación
 - b. Simetrías continuas y leyes de conservación
 - c. Momento angular y suma de espines
 - d. Simetrías de sabor: isospín y "vía del octeto"
 - e. Simetrías discretas: P, C, CP, T y CPT
 - f. Quiralidad y violación de P

- g. Violación de CP en la oscilación de kaones neutros
 - h. Teorema de CPT y búsqueda de violación de T
6. Estados ligados
 - a. Ecuación de Schrödinger
 - b. Espectro del átomo de hidrógeno
 - c. Estructura fina
 - d. Corrimiento de Lamb
 - e. Estructura hiperfina
 - f. Positronio y quarkonios pesados
 - g. "Estados ligados" relativistas
 - h. Bariones
 7. Cálculo de cantidades observables
 - a. Desintegración y dispersión
 - b. Sección efectiva
 - c. Regla de oro de Fermi
 - d. Reglas de Feynman para una teoría sencilla
 - e. Correcciones radiativas
 8. Electrodinámica cuántica
 - a. El fotón: Ecuaciones de Maxwell
 - b. El electrón: Ecuación de Dirac
 - c. Reglas de Feynman
 - d. Truco de Casimir
 - e. Secciones efectivas y vidas medias
 9. Renormalización
 - a. Divergencias ultravioletas
 - b. Ejemplos de renormalización clásica y no-relativista
 - c. Variación del acoplamiento con la energía
 - d. Teorías efectivas
 10. Electro- y cromodinámica de los quarks
 - a. Producción de hadrones en colisiones de electrón-positrón
 - b. Dispersión elástica entre electrón y protón
 - c. Reglas de Feynman para la cromodinámica
 - d. Libertad asintótica
 11. Interacciones débiles de leptones y quarks
 - a. Interacciones débiles con carga de los leptones
 - b. Desintegración del muón, neutrón y pión
 - c. Interacciones débiles con carga de los quarks
 - d. Interacciones débiles neutras
 - e. Fermiones quirales
 - f. Unificación electrodébil
 12. Teorías de calibre ("gauge")
 - a. Invarianza global y local de calibre
 - b. Teorías de Yang-Mills
 - c. Ruptura espontánea de simetría
 - d. Teorema de Goldstone
 - e. Mecanismo de Higgs
 - f. Masas fermiónicas

Libros de texto y referencia

El libro de texto para este curso es:

- David Griffiths, *Introduction to Elementary Particles*, 2ª ed., (Wiley-VCH, 2008).

Otros textos de referencia que pueden ser útiles para el estudiante incluyen:

- Francis Halzen y Alan D. Martin, *Quarks & Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics*, (John Wiley & Sons, 1984)
- Donald H. Perkins, *Introduction to High Energy Physics*, 4ª ed., (Cambridge, 2000)

Metodología

El profesor impartirá tres horas de lección magistral por semana. Se espera que el estudiante asista regularmente y participe activamente en clase.

Criterios de evaluación

- 33% I Evaluación
- 33% II Evaluación
- 34% III Evaluación

Cronograma

Este cronograma queda sujeto a posibles ajustes en la distribución precisa de los contenidos:

Semana	Tema
L 13-08-18	1 y 2
L 20-08-18	3
L 27-08-18	4 a,b
L 03-09-18	4 c,d
L 10-09-18	I Evaluación
L 17-09-18	5; 6 a
L 24-09-18	6 b,c,d,e
L 01-10-18	6 f,g,h; 7 a,b
L 08-10-18	7 c,d,e
L 15-10-18	Feriado
L 22-10-18	II Evaluación
L 29-10-18	8; 9 a,b
L 05-11-18	9 c,d; 10 a,b
L 12-11-18	10 c,d; 11 a,b
L 19-11-18	11 c,d,e,f, 12
L 26-11-18	III Evaluación